

UOT 636.084/087

DƏNƏVƏR MATERIALLAR XIRDALAYICISINDA XIRDALANMA  
PROSESİNİN NƏZƏRİ TƏHLİLİ

Ə.S.ZİNGİROV

Azərbaycan ET «Aqromexanika» İnstitutu

*Məqalədə qüvvəli-qarışıq yemlərin yemləmə üçün hazırlanmasında müxtəlif üsul və texnologiyaların olması verilməklə onların texniki vasitələrlə hazırlanmasının əlverişliliyi əsaslandırılmış və dənəvər materiallar xirdalayıcısında xirdalanma prosesi nəzəri təhlil edilmişdir. Nəticədə prosesin təhlili yaranan hava-məhsul layının necə cərəyan etməsini identifikasiya edən riyazi modellərin qurulmasına imkan vermişdir. Alınmış nəticələr eksperimental tədqiqatların istiqaməti və həcmi müəyyən etməyə əsas verir.*

*Açar sözlər: yem, dənəvər materiallar, qüvvəli yem, yemləmə, xirdalama, xirdalayıcı, texnologiya, texniki vasitə.*

Tədarük olunmuş yemlərin yemləmə qabağı hazırlanma keyfiyyəti heyvandarlıq təsərrüfatlarının fəaliyyət göstəricilərinə təsir edir. Yem rasionunda qidalı maddələrlə qüvvəli-qarışıq yemlərdən istifadə heyvanların məhsuldarlığının 11...13%, rasionu bioloji aktiv maddələrlə (amin turşuları, mikroelementlər, antibiotiklər və s.) zənginləşdirdikdə isə 20...30% artırılmasına nail olunur.

Heyvandarlıqda tətbiq olunan yemlərin çeşidliliyi çox müxtəlifdir. Həmçinin müxtəlif tərkib və xassələrlə xarakterizə olunurlar. Heyvanların yemləndirilməsi zamanı onlara ayrıca verilən bitki mənşəli yemlər (şirəli, qaba, qüvvəli) orqanizmin qidalı maddələrlə tələbatını ödəyə bilmir. Odur ki, müxtəlif yem qarışıqları hazırlanır [1].

Lazım olan səviyyədə təmizlənmiş və xirdalanmış, elmi cəhətdən əsaslandırılmış resept üzrə hazırlanmış yekcins yem qarışığı mineral və digər əlavələr nəzərə alınmadan özündə heç olmasa mənşəinə görə üç növ yem materialını birləşdirməlidir ki, heyvanların karbohidratlara, proteina, mineral maddələrə, vitaminlərə tələbi ödənməmiş olsun [2]. Bu cəhətdən qüvvəli-qarışıq yemlər özündə müxtəlif qüvvəli yemləri birləşdirməklə heyvan və quşların təsərrüfatda tərtib edilmiş yem rasionuna uyğun olaraq şirəli və qaba yemlərinə əlavə olunmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məhz bunlar heyvanların daha çox təmizləyərli yemləndirilməsini təmin edirlər. Burada qüvvəli-qarışıq yemlər yem rasionunda zülal tərkibini artırmaq, yemin amin turşuları, karbohidrat və yağ tərkibinin düzgün qurulmasına kömək etmək rolunu oynayır.

Qüvvəli-qarışıq yemin keyfiyyəti yalnız emal olunan xammalın keyfiyyətindən deyil, həmçinin texnoloji prosesin düzgünlüyündən asılı olur [3]. Texnoloji prosesin düzgün idarə olunması qüvvəli-qarışıq yem tərkibində nəmliyin miqdarına, kənar qarışıqların olmasına, xirdalanma dərəcəsinə təsir göstərir, reseptin pozulmasına gətirib çıxardır.

Dənəvər qüvvəli-qarışıq yem istehsalının böyük perspektivə malik olmasına baxmayaraq hal hazırda

cavan quşlar, xırdabaş heyvanlar və balıqlar üçün yarma halında dənəvər istehsalı bir sıra texniki səbəblər üzündən stabil və səmərəli əsaslarda möhkəmlənə bilməmişdir. Resepturanın çoxvariantlılığı və bunun bilavəsitə təsərrüfat xüsusiyyətlərindən ibarət olması dənəvər qüvvəli-qarışıq yemlərin, zülal-vitamin-mineral əlavələrin səmərəli yem rasionuna uyğun tətbiqinin hələ də kifayət qədər texnoloji və texniki cəhətdən həll olunmamış məsələləri qalmaqdadır.

Hazırkı dövrdə istehsalın enerji tutumunun azaldılmasına, alınan məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və nəticədə iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına daha çox diqqət yönəldilir [4]. Qüvvəli-qarışıq yem istehsalında və onların yemləmə üçün hazırlanmasında müxtəlif üsul və texnologiyalar olduğu kimi mexanikləşdirmə vasitələri də olduqca çoxdur [5, 6].

Bu üsulların içərisində praktik olaraq ən sadəsi az material, sərmayə tutumlusu kimi xirdalamanı göstərmək olar. Bunun üçün müxtəlif tipli xirdalayıcılar mövcuddur.

Tədqiq olunan xirdalayıcını iş prinsipinə görə zərbə-sürtünməli təsirli xirdalayıcı hesab etmək olar. Xirdalayıcının işçi məkanında dənəvərlərin xirdalanması zamanı hava – burulğanlı zona və hava – məhsul layının olduğunu görmək olar. Bunlar bir-birindən  $r_a$  radiuslu şərti ayırıcı səthlə ayrılmışlar (şəkl.).

Bir sıra tədqiqatlarda hava axınının və xirdalanmış məhsulun xirdalayıcı daxilində nisbi çevrə sürətinin ( $\bar{v} = \frac{v_1}{\omega r_a}$ ) gətirilmiş radiusdan ( $\bar{r} = \frac{r_1}{r_a}$ )

mümkün asılılığı verilmişdir. Burada  $v_1$  - cari radiusda ( $r_1$ ) axının çevrə sürəti,  $\omega_0$  – rotorun bucaq sürətidir. Hava – məhsul layının sürəti nisbi radiusun artması ilə çıxışa doğru azalır. Bu onun divarla sürtünməsi nəticəsində baş verir. Hesab edilir ki, hava – məhsul layının və hava-burulğan zonasında havanın sürətləri onların ayrılma sərhədlərində ( $r_a$ ) eynidirlər:

$$\bar{v}_1(\bar{r}) = \bar{v}_2(\bar{r}). \quad (1)$$

Hava-burulğan zonada nisbi sürətlərin pay-



lanması aşağıdakı kimidir [7]:

$$\bar{U}_1 = \bar{r}(0,8\bar{r}^3 - 1,5\bar{r}^2 + 1), \quad (2)$$

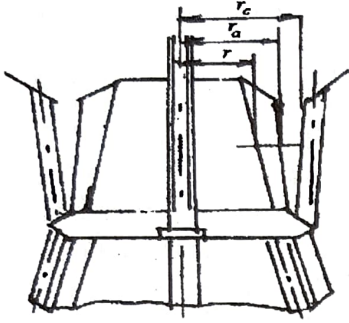
Hava – məhsul layında isə

$$\bar{U}_2(\bar{r}) = \frac{K}{\bar{r}} = \frac{v_2(r)}{\omega_0 r_a}; \quad \bar{r} = \frac{r}{r_a}, \quad (3)$$

burada  $K$  - hava – məhsul layının ona hava-burulğan zonası ilə ayıran sərhəddəki nisbi sürətinin  $\bar{U}_1(r)$  qiyməti;

$\omega_0$  – xırdalayıcı rotorun bucaq sürəti,  $\text{san}^{-1}$ ;

$r_a$  - hava – məhsul layının daxili sərhəddinin radiusu, m.



Şək. Xırdalayıcının işçi zonasının sxemi.

Hesab edirik ki, hava – məhsul layı ətalət qüvvələri təsir edən sahədə nyuton mayesi kimidir. Onda mayenin sərfiyyat tənliyindən istifadə edə bilirik [8, 9, 10]:

$$Q = \mu_u \rho_c F_0 \sqrt{\frac{2 p_c}{\rho_c}}, \quad (4)$$

burada  $\mu_u$  – sərfiyyat əmsalı olub, eksperimental yolla təyin edilir;

$\rho_c$  - hava – məhsul layının sıxlığı,  $\text{kg/m}^3$ ;

$F_0$  – ara boşluğunun ümumi sahəsi,  $\text{m}^2$ ;

$p_c$  – həmin mühitdə təsir göstərən təzyiq, Pa.

$$F_0 = 2\pi r_c H \varphi, \quad (5)$$

burada  $H$  - ara boşluğunun uzunluğu, m;

$\varphi$  – canlı en kəsik əmsalı;

$r_c$  - hava – məhsul layının xarici sərhəddinin radiusu, m.

$p_c$  aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$p_c = \rho_c \int_{r_a}^{r_c} \frac{v_2^2}{r} dr + p_a. \quad (6)$$

(4) düsturunu integrallayıb çevirmələr etdikdən sonra alırıq:

$$\rho_c = 2 \frac{p_c - p_a}{r_c^2 - r_a^2} \left( \frac{r_c}{K \omega_0 r_a} \right)^2. \quad (7)$$

(7) düsturunun sağ tərəfinə daxil olan kəmiyyətləri ölçməklə hava – məhsul layının sıxlığını hesablamaq mümkündür.

Hava – məhsul layının daxili sərhəddində təzyiq nəzərə almasaq onda (7) düsturunu nəzərə almaqla (4) düsturunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$Q = K \mu_u \rho_c F_0 \omega_0 r_a \sqrt{1 - \frac{r_a^2}{r_c^2}}. \quad (8)$$

(8) tənliyi xırdalayıcının məhsuldarlığını ifadə edir. Təxmini olaraq xırdalayıcının qərarlaşmış iş rejimi üçün  $Q$ -nun qiymətini qurğuya materialın verilmə qiymətinə bərabər götürmək olar. Bu imkan verir ki, (8) tənliyinin köməyi ilə sərfiyyat əmsalının qiyməti hesablanılsın.

Alınan qiymətlərin statistik işlənməsindən sonra  $\rho_c$  və  $\mu_u$  -nun qiymətləri üçün onların korrelyasiya asılılığını qurmaq mümkündür. Bunları (8) düsturuna qoymaqla bu düstur zərbə - sürtünməli xırdalanma prosesinin riyazi modelini identifikasiya etmiş olur.

Zonaların ayrıc sərhədlərində ( $r_a$  olduğu zaman) hava-burulğan şəraitində mühitin rotorun fırlanmasına müqavimət momenti  $M_1$  müqavimət qüvvələri momentinə  $M_a$  bərabərdir:

$$M_1 = M_1' + M_1'' = M_a, \quad (9)$$

burada  $M_1'$  -  $r$  radiusunda xırdalayıcı orqanla hava sürətləri arasındakı fərqə görə ( $U_1$ ) xırdalayıcı orqanın müqavimət qüvvəsi ilə təyin edilir:

$$U_1 = \omega_0 r - v_1, \quad (10)$$

həmçinin qapaqla sürtünmə qüvvəsinə görə  $M_1''$  müəyyən edilir.

İşçi orqan səthi üzrə sürtünmə qüvvəsinin elementar momenti aşağıdakı kimidir:

$$dM_1 = P_1 r dr = \xi_{1M} \frac{\rho_1 U_1^2(r)}{2} h_M r dr, \quad (11)$$

burada  $dr$  – işçi orqanın elementar uzunluğu, m;

$P_1$  – hava-burulğan zonada elementar uzunluqda işçi orqanın

hərəkətinə müqavimət qüvvəsi, N;

$h_M$  – işçi orqanın qalınlığı, m;

$\rho_1$  – hava-burulğan zonada havanın sıxlığı,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\xi_{1M}$  – bu zonada işçi orqanın hərəkətinə müqavimət əmsalı.

Hava-məhsul layının digər riyazi modeli bu layda təsir göstərən güclər balansını sayıla bilər [11]:

$$N_2 + N_a - N_{div} - N_u = 0, \quad (12)$$

burada  $N_2$  - hava-məhsul layına bilavasitə ötürülən güc, Vt;  $N_a$  - hava-məhsul layı və hava-burulğan zonaları sərhəddindən ötürülən güc, Vt;

$N_{div}$  - hava-məhsul layının gövdə divarına sürtünməsində itən güc, Vt;

$N_u$  – materialın xırdalanmasına sərf olunan güc, Vt.

$N_a$  əvvəlcə müəyyən etdiyimiz  $M_a$  əsasında tapıla bilər.  $N_2$  - ni isə işçi orqanları ilə birlikdə rotorun nyuton mayesi layında hərəkəti şərtindən müəyyən edirik. Burada işçi orqanın hava-məhsul layında sürəti aşağıdakı kimidir:

$$U_2(r) = \omega_0 r - v_2(r). \quad (13)$$

Hava-məhsul layında elementar uzunluqda ( $dr$ ) və  $h_M$  hündürlükdə işçi orqanın hərəkətinə müqavimət qüvvəsi ( $P_2$ ) aşağıdakı gücü doğurur:

$$dN_2 = \omega_0 P_2 r dr = \xi_{2M} \omega_0 \frac{\rho_c U_2^2(r)}{2} h_M r dr, \quad (14)$$



burada  $\xi_{2M}$  – hava-məhsul layında işçi orqanın hərəkətinə hidravlik müqavimət əmsalı.

Hava-məhsul layının  $\bar{r} = 1$  və  $\bar{r} = \bar{r}_M$  ölçüsüz koordinatları sərhəddində integrallamaqla (3) ölçüsüz dəyişənlərə keçməklə alırıq:

$$N_2 = \xi_{2p} \frac{\rho_c \omega_0^3 r_a^5}{2} \int_1^{\bar{r}_M} \left( \bar{r} - \frac{K}{\bar{r}} \right)^2 \bar{r} d\bar{r}, \quad (15)$$

$$\xi_{2p} = \xi_{2M} Z_M \frac{h_M}{r_a},$$

burada  $Z_M$  – rotor üzərində işçi orqanların sayıdır. Integralladıqdan və çevirmələr etdikdən sonra

alıırıq:

$$N_2 = \xi_{2M} Z_M h_M \frac{\rho_c \omega_0^3 r_a^4}{8} \left[ \bar{r}_M^4 + 4K(K \ln \bar{r}_M - \bar{r}_M^2 + 1) - 1 \right] \quad (16)$$

Eksperimental olaraq  $N_2$ -ni ölçüb (16) düsturundan  $\xi_{2M}$ -in qiymətini hesablamaq mümkündür.

Divarla sürtünmədə itən güc aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$N_{div} = 2\pi H v_c r_c \tau_{2div}, \quad (17)$$

burada  $\tau_{2div}$  – gövdənin yan səthində tərpənmə gərginliyi, N/m<sup>2</sup>.

$$\tau_{2div} = c_{2div} \rho_c \frac{v_c^2}{2}, \quad (18)$$

burada  $c_{2div}$  – hava-məhsul layının hərəkətinə divarın hidravlik müqavimət əmsalı;

$v_c = r \omega_c$  şərtində hava-məhsul layının çevrə sürəti, m/san.

(3) şərtindən müəyyən edirik:

$$v_c = K \omega_0 \frac{r_a^2}{r_c}. \quad (19)$$

(18) və (19) düsturlarını nəzərə almaqla divara sürtünmə qüvvələrinin yaratdığı moment aşağıdakı kimidir:

$$M_{div} = \frac{N_{div} r_c}{v_c} = K^2 \pi H c_{2div} \rho_c \omega_0^2 r_a^4. \quad (20)$$

Eksperimental olaraq  $M_{div}$ -i ölçüb (20) düsturundan hidravlik müqavimət əmsalını ( $c_{2div}$ ) təyin etmək mümkündür.

(12) tənliyində üç naməlum kəmiyyətin qiyməti tapıldıqdan sonra dördüncünün ( $N_u$ ) qiyməti tapıla bilər.

$\xi_{2M}$ ,  $c_{2div}$  və  $N_u$  qiymətləri müəyyənləşdirildikdən sonra onlar arasında korrelyasiya asılılığı müəyyən etmək mümkündür. Bunları (12) düsturuna qoyduqda düstur zərbə-sürtməli xırdalama prosesinin riyazi modelini identifikasiya etmiş olur.

Beləliklə prosesin təhlili bu zaman yaranan hava-məhsul layının necə cərəyan etməsini identifikasiya edən riyazi modellərin qurulmasına imkan vermişdir. Alınmış nəticələr eksperimental tədqiqatların istiqaməti və həcmi müəyyən etməyə əsas verir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Алейникова Л.Д., Козлов Ю.С. Основы кормопроизводства, М.: Агропромиздат, 1988, 191 с.
2. Мартыненко Я.Ф. Промышленное производство комбикормов. М.: Колос, 1975, 125 с.
3. Finnie I Erosion of Surfaces by Solid Particles // Wear, 1960, v.3, p.87-103.
4. Фисинин В.И., Лачута Ю.Ф., Жученко А.А. и др. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009, 80с.
5. Коба В.Г., Брагинцев Н.В., Мурусилзе Д.Н., Некрашевич В.Ф. Механизация и технология производства продукции животноводства, М.: Колос, 2000, 528 с.
6. Ястребов А.В., Ястребов В.А., Пахомов В.И. Система производства комбикормового оборудования и монтажа кормоцехов // Техника в сельском хозяйстве, 2007, №3, с.19-22.
7. Герц Г. Теория соударения упругих тел. М.: Изд-во АН, 2010, 374 с.
8. Məmmədov Q.B. Qida məhsulları texnologiyasının prosesləri və aparatları, Bakı: Elm, 2014, 508 s.
9. Кирсанов В.А. Каскадная пневмокласификация сыпучих материалов. Ростов на Дону: Из-во вузов Сев. Кав. регион, 2005, 208 с.
10. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. СПб: ГИОРД, 2009, 362 с.
11. Межуева Л.В., Иванова А.П., Гулько В.В., Гутманова Н.В., Пискарева Т.И. Вариативная модель процесса приготовления смесей // Техника в сельском хозяйстве, 2009, №5, с.15-17.

**Теоретический анализ процесса измельчения в измельчителе для гранулированных материалов**

**А.С.Зингиров**

В статье даны способы и технологии приготовления концентрированных кормосмесей, обоснована целесообразность приготовления их при помощи технических средств и теоретически анализирован процесс измельчения в измельчителях для гранулированных кормов. В результате анализа получена возможность построения математической модели идентифицирующей течение слоя воздуха с продуктом. Полученные результаты дают основание для определения направления и объема экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** корм, гранулированный материал, концентрированный корм, кормление, измельчение, измельчитель, технология, технические средства.

**Theoretical analysis of the grinding process to the grinder for granular materials**

**A.S.Zingirov**

The article presents the methods and technology of preparation of concentrated feed mixtures, the expediency of preparing them using technical means and theoretically analyze the grinding process to the grinder for pelleted feed. The analysis produced the possibility of constructing a mathematical model for identifying the air layer with the product. The results provide a basis for determining the direction and scope of the pilot studies.

**Key words:** pet food, granular material, concentrated feed, feeding, shredding, shredder, technology hardware.